



<b>(51) 国際特許分類7</b> <b>G02B 6/12, 26/00, G02F 1/313</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO00/48026</b>  <b>(43) 国際公開日</b> 2000年8月17日(17.08.00)		
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>(21) 国際出願番号</b>            PCT/JP00/00701   <b>(22) 国際出願日</b>            2000年2月9日(09.02.00)   <b>(30) 優先権データ</b>            特願平11/31072      1999年2月9日(09.02.99)      JP   <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b>            財団法人 神奈川科学技術アカデミー            (KANAGAWA ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)[JP/JP]            〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号            Kanagawa, (JP)  <b>(72) 発明者; および</b>  <b>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)</b>            朱 世徳(CHU, Sai Tak)[CA/CA]            17 クラレヴィル クレセント ノースヨーク オンタリオ州            M2J 2B9 North York, (CA)            リトル プレント イー(LITTLE Brent E.)[US/US]            39 ストリート ジャーメイン ストリート ボストン            マサチューセッツ州 02115 Boston, (US)         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           藩 伍根(PAN, Wugen) [JP/JP]            〒243-0036 神奈川県厚木市長谷381-1 テラス長谷3-6            Kanagawa, (JP)            金子太郎(KANEKO, Taro) [JP/JP]            〒228-0024 神奈川県座間市入谷5-2016-2 Kanagawa, (JP)            國分泰雄(KOKUBUN, Yasuo) [JP/JP]            〒247-0009 神奈川県横浜市栄区鍛冶ヶ谷2丁目15-12            Kanagawa, (JP)            佐藤信也(SATO, Shinya) [JP/JP]            〒059-0032 北海道登別市新生町3丁目11-10            NKマンション104 Hokkaido, (JP)  <b>(74) 代理人</b>            弁理士 西澤利夫(NISHIZAWA, Toshio)            〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町37-10 麻仁ビル6階            Tokyo, (JP)   <b>(81) 指定国</b>    CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)             添付公開書類            国際調査報告書         </td> </tr> </table>			<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP00/00701  <b>(22) 国際出願日</b> 2000年2月9日(09.02.00)  <b>(30) 優先権データ</b> 特願平11/31072      1999年2月9日(09.02.99)      JP  <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> 財団法人 神奈川科学技術アカデミー (KANAGAWA ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)[JP/JP] 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号 Kanagawa, (JP) <b>(72) 発明者; および</b> <b>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)</b> 朱 世徳(CHU, Sai Tak)[CA/CA] 17 クラレヴィル クレセント ノースヨーク オンタリオ州 M2J 2B9 North York, (CA) リトル プレント イー(LITTLE Brent E.)[US/US] 39 ストリート ジャーメイン ストリート ボストン マサチューセッツ州 02115 Boston, (US)	藩 伍根(PAN, Wugen) [JP/JP] 〒243-0036 神奈川県厚木市長谷381-1 テラス長谷3-6 Kanagawa, (JP) 金子太郎(KANEKO, Taro) [JP/JP] 〒228-0024 神奈川県座間市入谷5-2016-2 Kanagawa, (JP) 國分泰雄(KOKUBUN, Yasuo) [JP/JP] 〒247-0009 神奈川県横浜市栄区鍛冶ヶ谷2丁目15-12 Kanagawa, (JP) 佐藤信也(SATO, Shinya) [JP/JP] 〒059-0032 北海道登別市新生町3丁目11-10 NKマンション104 Hokkaido, (JP) <b>(74) 代理人</b> 弁理士 西澤利夫(NISHIZAWA, Toshio) 〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町37-10 麻仁ビル6階 Tokyo, (JP)  <b>(81) 指定国</b> CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書
<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP00/00701  <b>(22) 国際出願日</b> 2000年2月9日(09.02.00)  <b>(30) 優先権データ</b> 特願平11/31072      1999年2月9日(09.02.99)      JP  <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> 財団法人 神奈川科学技術アカデミー (KANAGAWA ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)[JP/JP] 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号 Kanagawa, (JP) <b>(72) 発明者; および</b> <b>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)</b> 朱 世徳(CHU, Sai Tak)[CA/CA] 17 クラレヴィル クレセント ノースヨーク オンタリオ州 M2J 2B9 North York, (CA) リトル プレント イー(LITTLE Brent E.)[US/US] 39 ストリート ジャーメイン ストリート ボストン マサチューセッツ州 02115 Boston, (US)	藩 伍根(PAN, Wugen) [JP/JP] 〒243-0036 神奈川県厚木市長谷381-1 テラス長谷3-6 Kanagawa, (JP) 金子太郎(KANEKO, Taro) [JP/JP] 〒228-0024 神奈川県座間市入谷5-2016-2 Kanagawa, (JP) 國分泰雄(KOKUBUN, Yasuo) [JP/JP] 〒247-0009 神奈川県横浜市栄区鍛冶ヶ谷2丁目15-12 Kanagawa, (JP) 佐藤信也(SATO, Shinya) [JP/JP] 〒059-0032 北海道登別市新生町3丁目11-10 NKマンション104 Hokkaido, (JP) <b>(74) 代理人</b> 弁理士 西澤利夫(NISHIZAWA, Toshio) 〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町37-10 麻仁ビル6階 Tokyo, (JP)  <b>(81) 指定国</b> CA, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書			
<p><b>(54)Title: OPTICAL WAVEGUIDE WAVELENGTH FILTER WITH RING RESONATOR AND 1xN OPTICAL WAVEGUIDE WAVELENGTH FILTER</b></p> <p><b>(54)発明の名称</b>    リング共振器付き光導波路型波長フィルタおよび1×N光導波路型波長フィルタ</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>11...INPUT PORT          22...ADD PORT          12...THROUGH PORT          21...DROP PORT</p> <p><b>(57) Abstract</b>          A novel optical waveguide wavelength filter with a ring resonator (3) in which an ADD/DROP operation between an input-side optical waveguide (1) and an output-side optical waveguide (2) through the ring resonator (3) is performed, wherein the input-side optical waveguide (1) intersects the output-side optical waveguide (2), and the ring resonator (3) is superposed on the input- and output-side optical waveguides (1, 2), whereby a 1xN optical waveguide wavelength filter is easily realized. A 1xN optical waveguide wavelength filter composed of such an optical waveguide wavelength filter, having a small size, and having an excellent filter response is also disclosed.</p>				

## (57)要約

リング共振器（３）を介して入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）相互のＡＤＤ／ＤＲＯＰ動作を行うリング共振器付き光導波路型波長フィルタであって、入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）が交叉しており、これらの入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）とリング共振器（３）とが互いに重なるように積層されていることによって、１×Ｎ光導波路型波長フィルタを容易に実現することのできる、新しいリング共振器付き光導波路型波長フィルタ、およびこのリング共振器付き光導波路型波長フィルタにより構成された、小型で、かつ優れたフィルタ応答を有する１×Ｎ光導波路型波長フィルタを提供する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサウ		TT トリニダード・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヲトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明 細 書

### リング共振器付き光導波路型波長フィルタ および $1 \times N$ 光導波路型波長フィルタ

#### 技 術 分 野

この出願の発明は、リング共振器付き光導波路型波長フィルタ、 $1 \times N$  光導波路型波長フィルタおよび光導波路型光スイッチに関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、 $1 \times N$  光導波路型波長フィルタを実現することのできる、新しいリング共振器付き光導波路型波長フィルタ、およびこのリング共振器付き光導波路型波長フィルタにより構成された、小型で、かつ優れたフィルタ応答を有する、新しい  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタ、およびこれらの波長フィルタにより構成される光スイッチに関するものである。

#### 技 術 背 景

従来より、特定波長の光信号のみが各光導波路相互に乗り移ることにより ADD/DROP 動作を行なう光導波路型波長フィルタの一つとして、たとえば図 17 に例示したように、入力側光導波路 (1) および出力側光導波路 (2) の間にリング共振器 (3) が備えられた構造を有するものが知られている。

このリング共振器付き光導波路型波長フィルタでは、リ

リング共振器（３）が入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）間の光結合部の役割を担っており、波長多重光信号  $\lambda_1, \dots, \lambda_{i-1}, \lambda_i, \lambda_{i+1}, \dots$  が入力側光導波路（１）の入力ポートに入射されると、リング共振器（３）の共振波長と一致する波長の光信号  $\lambda_i$  だけが、リング共振器（３）を介して出力側光導波路（２）に移り移って D R O P ポートから出射される。他の波長の光信号  $\lambda_1, \dots, \lambda_{i-1}, \lambda_{i+1}, \dots$  はそのまま入力側光導波路（１）のスルーポートに流れる。また、出力側光導波路（２）の A D D ポートから入射された光信号は、リング共振器（３）の共振波長と一致する場合にのみ入力側光導波路（１）のスルーポートに合波される。

また、このようなリング共振器付き光導波路型波長フィルタでは、たとえば図 18 に示したように、複数の接続したリング共振器（３ a）（３ b）（３ c）...（図 18 の例では三つ）が入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）間に備えられていてもよく、この場合には、フィルタ応答が、単一のリング共振器では周期的特性になる波長特性の中から一つのみのピーク波長を取り出したり、箱型の特性などを実現できる。

ところで、近年の高度情報化の著しい進展にともない、光通信のさらなる大容量化、高機能化が強く望まれており、これを実現すべく、波長多重通信において入力多重光信号から複数の光信号を別々に合波・分波することのできる、いわゆる  $1 \times N$  波長フィルタの開発が必須となってきた。

しかしながら、図 17 および図 18 に例示した通りの従

来のリング共振器付き光導波路型波長フィルタでは、入力多重光信号に対して一波長の光信号のみしか合波・分波することができないため、 $1 \times N$ 波長フィルタを構成するには複数のリング共振器付き波長フィルタを曲がり導波路などで連結する必要がある、高密度集積化が困難であるといった問題があった。

### 発明の開示

そこで、この出願の発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、従来技術の問題点を解消し、 $1 \times N$ 波長フィルタを実現するために、以下の通りの新しいリング共振器付き光導波路型波長フィルタを提供する。

すなわち、まず、この出願の発明は、リング共振器を介して入力側光導波路および出力側光導波路相互のADD/DROP動作を行うリング共振器付き光導波路型波長フィルタであって、入力側光導波路および出力側光導波路が交叉しており、これらの入力側光導波路および出力側光導波路とリング共振器とが互いに重なるように積層されていることを特徴とするリング共振器付き光導波路型波長フィルタ（請求項1）を提供し、この光導波路型波長フィルタにおいて、入力側光導波路および出力側光導波路が90度に交叉していること（請求項2）や、複数のリング共振器が連なって配設されていること（請求項3）などをその態様としている。

また、この出願の発明は、上記のリング共振器付き光導波路型波長フィルタが複数、隣接する一方のリング共振器

付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路のスルーバスと他方のリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路の入力バスとが接続されて、接続されて成り、リング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器の共振波長が互いに異なっていることを特徴とする  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタ（請求項 4）を提供し、この  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタにおいて、最端に位置するリング共振器付き光導波路型波長フィルタは、その出力側光導波路の D R O P バスと、隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路の入力バスとが接続されて、接続されており、この最端位置のリング共振器付き光導波路型波長フィルタおよび隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタそれぞれのリング共振器の共振波長が同一または異なっていること（請求項 5）もその態様として提供する。

さらに、上記のリング共振器付き光導波路型波長フィルタおよび  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタにおいて、各光導波路のコア層またはクラッド層もしくはその両方が、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものであり、外部電解の制御または温度の制御または外部応力の制御に従ってリング共振器の共振波長が可変となっていること（請求項 6）もその態様として提供する。

そして、この出願の発明は、上記のリング共振器付き光導波路型波長フィルタまたは  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタにより構成されており、各光導波路のコア層またはクラ

ッド層もしくはその両方が、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものであり、外部電解の制御または温度の制御または外部応力の制御に従ってリング共振器の共振波長が可変となっていることを特徴とする光スイッチ（請求項 7）をも提供する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 はこの発明の一実施例であるリング共振器付き光導波路型波長フィルタを例示した要部斜視図である。

図 2 は図 1 のリング共振器付き光導波路型波長フィルタを例示した要部平面図である。

図 3 は図 1 のリング共振器付き光導波路型波長フィルタを例示した要部断面図である。

図 4 は二つのリング共振器を備えたリング共振器付き光導波路型波長フィルタの一実施例を示した要部斜視図である。

図 5 は三つのリング共振器を備えたリング共振器付き光導波路型波長フィルタの一実施例を示した要部斜視図である。

図 6 は図 5 のリング共振器付き光導波路型波長フィルタにおけるフィルタ応答の一例を例示した図である。

図 7 はこの発明の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタの一例を示した要部平面図である。

図 8 は二つのリング共振器付き光導波路型波長フィルタが接続されてなる  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタの一実施例

を示した要部斜視図である。

図 9 は各リング共振器付き光導波路型波長フィルタが二つのリング共振器を備えている場合の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタの一実施例を示した要部斜視図である。

図 10 は各リング共振器付き光導波路型波長フィルタが三つのリング共振器を備えている場合の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタの一実施例を示した要部斜視図である。

図 11 はこの発明の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタの別の実施例を示した要部平面図である。

図 12 はこの発明の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタのさらに別の実施例を示した要部平面図である。

図 13 はこの発明の別の実施例であるリング共振器付き光導波路型波長フィルタを例示した要部側面図である。

図 14 はこの発明の可変波長フィルタを例示した要部斜視図である。

図 15 はこの発明の可変波長フィルタの別の一例を示した要部斜視図である。

図 16 はこの発明の可変波長フィルタのさらに別の一例を示した要部斜視図である。

図 17 は従来のリング共振器付き光導波路型波長フィルタの一例を示した要部平面図である。

図 18 は三つのリング共振器を備えた従来のリング共振器付き光導波路型波長フィルタの別の一例を示した要部平面図である。

尚、図中の符号は次のものを示している。

1, 1 a, 1 b 入力側光導波路



- 1 1 , 1 1 a , 1 1 b    入力バス
- 1 2 , 1 2 a , 1 2 b    スルーバス
- 2 , 2 a , 2 b    出力側光導波路
- 2 1 , 2 1 a , 2 1 b    D R O P バス
- 2 2 , 2 2 a , 2 2 b    A D D バス
- 3 , 3 a , 3 b , 3 c , 3 d    リング共振器
- 3 a a , 3 a b , 3 a c    リング共振器
- 3 b a , 3 b b , 3 b c    リング共振器
- 4    加熱素子
- 5    機械光学式制御手段
- 5 1    M E M ピストン
- 5 2    薄板体
- 6    電気光学素子
- 6 1    電極

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付した図面に沿って実施例を示し、この発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。

#### 実施例

##### 実施例 1

図 1、図 2、および図 3 は、各々、この発明の一実施例であるリング共振器付き光導波路型波長フィルタを例示した斜視図、平面図、断面図である。

たとえばこれら図 1～図 3 に例示したように、この発明のリング共振器付き光導波路型波長フィルタでは、入力側

光導波路（１）および出力側光導波路（２）が交叉しており、これらの入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）とリング共振器（３）とが互いに重なるように積層されている。

この場合さらに説明すると、図１～図３に示した例では、入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）は９０度に交叉している。また、リング共振器（３）は、その一部が入力側光導波路（１）の入力ポートを有する入力バス（１１）と出力側光導波路（２）のＤＲＯＰポートを有するＤＲＯＰバス（２１）とに重なるように積層されている。

入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）としては、たとえば埋め込み型チャンネル光導波路、リング共振器（３）としては、たとえば装荷型ストライプ光導波路またはリッジ型光導波路を用いることができる。これにより、各光導波路は、互いに異なる光閉じ込め状態となる。

また、入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）では、コアおよびクラッド間の屈折率差を小さいものとすることができ、これにより、入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）と外部光導波路との間のより優れた光結合を実現することができる。

リング共振器（３）では、コアの屈折率をより高いものとし、且つクラッドの屈折率をより低いものとするにより、共振器のＱ係数を、優れた光閉じ込めに必要とされる高い値とすることができる。

もちろん、入力側光導波路（１）および出力側光導波路

(2) とリング共振器 (3) とは同じ構成である必要はなく、様々な構成とすることができる。

このようなこの発明のリング共振器付き光導波路型波長フィルタは、入力側光導波路 (1) および出力側光導波路 (2) が交叉していることにより、後述するように複数つないで  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタを容易に構成することができる。また、入力側光導波路 (1) および出力側光導波路 (2) とリング共振器 (3) との光結合は、入力側光導波路 (1) および出力側光導波路 (2) とリング共振器 (3) との間隔の調整により制御することができる。

ところで、リング共振器 (3) は、たとえば図 4 および図 5 に例示したように、複数が連なって配設されていてもよい。図 4 に示した例では、二つのリング共振器 (3a) (3b) が、一方が入力側光導波路 (1) の入力バス (11) に重なり、他方が出力側光導波路 (2) の ADD バス (22) に重なるようにして、入力側光導波路 (1) および出力側光導波路 (2) に対して積層されている。図 5 に示した例では、三つのリング共振器 (3a) (3b) (3c) が連なっており、一のリング共振器 (3a) が入力側光導波路 (1) の入力バス (11) に、他の一のリング共振器 (3c) が出力側光導波路 (2) の DROP バス (21) に重なっている。

各リング共振器 (3a) (3b) … は同一であっても異なってもよい。

各リング共振器 (3a) (3b) … が互いに異なっている場合は、共振波長以外の波長の共振を抑制することが

できるという利点があり、全てのリング共振器（３ a）（３ b）…が同時に共振するときだけ、共振波長の光信号が合波・分波される。また、バーニア効果により、光導波路型フィルタの自由スペクトル幅（FSR）は著しく拡大される。

一方、各リング共振器（３ a）（３ b）…が同一である場合には、全てのリング共振器（３ a）（３ b）…はそれぞれ独立して同一波長で共振するが、各々が共振ピークを分割する程度に近接配置されているときには相互結合が発生する。共振領域における複数の共振ピークは、結合リング共振器（３ a）（３ b）…の複合モードのピークである。

各リング共振器（３ a）（３ b）…間の光結合は、複合モードの伝搬定数が互いに近くなるように調整できる。これにより、複数のピークは単一ピークとなるが、箱形のフィルタ応答を有するようになる。図 6 は、図 5 に例示したように三つのリング共振器（３ a）（３ b）（３ c）が配設されているい場合におけるフィルタ応答の一例を例示したものであり、この図 6 に例示したように、フィルタ応答は箱形となっている。リング共振器（３）が多くなればなるほど、より箱形となる。

## 実施例 2

上述したこの発明のリング共振器付き光導波路型波長フィルタは複数接続することができ、これにより  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタを実現することができる。

この場合さらに説明すると、たとえば図 7 に例示したように、上述のリング共振器付き光導波路型波長フィルタが複数、隣接する一方の入力側光導波路 (1 a) (1 b) …のスルーバス (1 2 a) (1 2 b) …と他方の入力側光導波路 (1 b) (1 c) …の入力バス (1 1 a) (1 1 b) …とが接続されて、接続されて成り、隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器 (3 a) (3 b) …の共振波長が互いに異なって、 $1 \times N$  光導波路型波長フィルタが構成される。

このような  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタでは、最端部に位置するリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路 (1 a) の入力バス (1 1 a) から入射された入力波長多重光信号  $\lambda_1, \dots, \lambda_N$  は、入力側光導波路 (1 a) (1 b) …を伝搬していく際に、各リング共振器 (3 a) (3 b) …の共振波長と一致する波長の光信号  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{N-1}, \lambda_N$  が各リング共振器 (3 a) (3 b) …が重なっている出力側光導波路 (2 a) (2 b) …の D R O P バス (2 1 a) (2 1 b) …に分波され、また、同様にそれぞれの波長が A D D バス (2 2 a) (2 2 b) …から入力されると、スルーバス (1 2 a) (1 2 b) …に合波される。

この  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタは、前述したこの発明のリング共振器付き光導波路型波長フィルタをつなげていくだけでよいので、非常に小型なものとすることができる。たとえば、屈折率 1.45 の  $\text{SiO}_2$  基板上に、半径  $1.4 \mu\text{m}$ 、FSR  $15 \text{ nm}$ 、FWHM が  $1 \text{ nm}$  以下のガラ

スリング共振器を有する波長フィルタを実現できる。したがって、たとえば、100GHz帯域の1×8光導波路型波長フィルタを、1mm×1mmの範囲内に、出力光ファイバの結合部とともに構成することができる。

図8に示した例では、二つのリング共振器付き光導波路型波長フィルタが接続されてなり、異なる共振波長を有するリング共振器(3a)(3b)により、互いに異なる波長を有する二つの光信号を別々に合波・分波することができる。

また、たとえば図9および図10に例示したように、前述したように複数のリング共振器(3aa)(3ab)(3ac)…, (3ba)(3bb)(3bc)…を有するリング共振器付き光導波路型波長フィルタが接続されて1×N光導波路型波長フィルタとなってもよい。この場合では、前述したように各リング共振器付き光導波路型波長フィルタのフィルタ応答が箱形となるので、1×N光導波路型波長フィルタのフィルタ応答も箱形となる。なお、出力側光導波路(2)のDROPポートとADDポートの位置はリング共振器(3)の個数に従う。

### 実施例3

図11および図12は、各々、この発明の別の一実施例である1×N光導波路型波長フィルタを例示した要部平面図である。

図11および図12に例示した1×N光導波路型波長フィルタは、前述した図7の1×N光導波路型波長フィルタ

において、最端に位置するリング共振器付き光導波路型波長フィルタが、その出力側光導波路（2 a）のD R O Pバス（2 1 a）と、隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路（1 b）の入力バス（1 1 b）とが接続されて、接続された構成となっている。最端位置のリング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器（3 a）は、図 1 1 の例では、入力バス（1 1 a）およびD R O Pバス（2 1 a）に重なっており、図 1 2 の例では、A D Dバス（2 2 a）およびスルーバス（1 2 a）に重なっている。

このような構成の1 × N光導波路型波長フィルタでは、最端位置のリング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器（3 a）の共振波長および隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器（3 b）の自由スペクトル幅（F S R）が異なっており、一つの共振ピーク波長のみが一致していると、周期的なフィルタ特性（いわゆる櫛型特性）の複数のピークから一本のピークだけを取り出すことができるようになる。また、それぞれの共振波長が同じであれば、一段の場合よりも狭帯域となり、さらにまた、ほんの少しずれていれば箱形になる。

#### 実施例 4

上述の各実施例における各リング共振器付き光導波路型波長フィルタは、同一階層で交叉した入力側光導波路（1）および出力側光導波路（2）の上にリング共振器（3）が積層された構成となっているが、この構成以外に

も、たとえば、図 1 3 に例示したように、最下層の入力側光導波路（１）の上にリング共振器（３）が積層され、そのリング共振器（３）の上に出力側光導波路（２）が積層された構成とすることもできる。もちろん、リング共振器（３）の一部は入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）と重なっている。また、入力側光導波路（１）と出力側光導波路（２）とはどちらが上下になってもよい。

#### 実施例 5

ところで、以上のようなこの発明のリング共振器付き光導波路型波長フィルタまたは  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタでは、各光導波路（１）（２）のコア層またはクラッド層もしくはその両方を、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものとし、外部電解の制御または温度の制御または外部応力の制御に従ってリング共振器（３）の共振波長を可変なものとするにより、可変波長フィルタや光スイッチを実現することができる。

図 1 4、図 1 5、および図 1 6 は、各々、この可変波長フィルタの一実施例を示した要部構成図である。各実施例では、入力側光導波路（１）および出力側光導波路（２）のコア層またはクラッド層もしくはその両方は、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものとなっている。

図 1 4 に示した例では、熱式制御手段としての加熱素子



(4) がリング共振器 (3) 上に備えられ、この加熱素子 (4) によりリング共振器 (3) の共振波長が制御できるようになっている。この際、加熱素子 (4) が原因となってリング共振器 (3) の Q 値が減少してしまうことを防ぐために、リング共振器 (3) と加熱素子 (4) との間には低屈折率のバッファ層を設けることが好ましい。また、加熱素子 (4) は、リング共振器 (3) のカバー層（たとえば  $\text{SiO}_2$  など）の上に備えられていてもよい。この場合には、加熱素子 (4) は、リング共振器 (3) の直上に位置する必要がなく、たとえばリング共振器 (3) を囲んだリング形状とすることができる。

一方、リング共振器 (3) は高感度という特性を有しているので、リング共振器 (3) 上に金属板体あるいは誘電性薄板体を備えることによりその共振周波数を調整することができる。

図 15 に例示した可変波長フィルタでは、超小型電子機械式 (MEM) ピストン (51) とこの MEM ピストン (51) により保持されたガラス製またはポリマー製の薄板体 (52) とを有する機械光学式制御手段 (5) がリング共振器 (3) の上方に備えられており、MEM ピストン (51) のピストン運動に従って薄板体 (52) がリング共振器 (3) 上方において上下に移動し、これにより変化するリング共振器 (3) と薄板体 (52) との間隔を制御することにより、リング共振器 (3) の共振周波数が制御されるようになっている。

薄板体 (52) は、リング共振器 (3) が不均一に乱さ

れて反射が生じてしまわないように、リング共振器（３）の全表面を覆った状態となっていることが望ましい。

また、薄板体（５２）としてポリマー製のものを用いた場合には、ポリマー製薄板体（５２）とリング共振器（３）とを常に接した状態としておくことができ、これによってポリマー製薄板体（５２）の屈折率をリング共振器（３）の屈折率よりも低いものとすることができる。そして、このポリマー製薄板体（５２）に加圧することで、圧力によって屈折率が変化するポリマーの光弾性効果に従ってリング共振器（３）の共振波長を制御することができる。

図１６に例示した可変波長フィルタは、屈折率が電氣的に可変な電気光学素子（６）によってリング共振器（３）の共振波長が可変とされたものである。この電気光学式制御手段としての電気光学素子（６）は、たとえば、電極（６１）を介して印加される電圧により電氣的に制御される電気光学ポリマーなどの物質によりなり、これがリング共振器（３）上に備えられている。

なお、本実施例５における上述の各例は可変波長フィルタの場合であるが、同様にして、リング共振器の位相等を調整することにより光導波路型光スイッチを実現することもできる。

この発明は以上の例に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上詳しく説明した通り、この発明によって、 $1 \times N$  光導波路型波長フィルタを容易に実現することのできる、新しいリング共振器付き光導波路型波長フィルタ、およびこのリング共振器付き光導波路型波長フィルタにより構成された、小型で、かつ優れたフィルタ応答を有する  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタが提供され、またそれらを用いた可変波長フィルタや光スイッチをも実現することができ、光通信のさらなる大容量化、高機能化を図ることができるようになる。

## 請求の範囲

1. リング共振器を介して入力側光導波路および出力側光導波路相互のADD/DROP動作を行うリング共振器付き光導波路型波長フィルタであって、入力側光導波路および出力側光導波路が交叉しており、これらの入力側光導波路および出力側光導波路とリング共振器とが互いに重なるように積層されていることを特徴とするリング共振器付き光導波路型波長フィルタ。
2. 入力側光導波路および出力側光導波路が90度に交叉している請求項1のリング共振器付き光導波路型波長フィルタ。
3. 複数のリング共振器が連なって配設されている請求項1または2のリング共振器付き光導波路型波長フィルタ。
4. 請求項1ないし3のいずれかのリング共振器付き光導波路型波長フィルタが複数、隣接する一方のリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路のスルーバスと他方のリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導波路の入力バスとが接続されて、接続されて成り、リング共振器付き光導波路型波長フィルタのリング共振器の共振波長が互いに異なっていることを特徴とする1×N光導波路型波長フィルタ。
5. 最端に位置するリング共振器付き光導波路型波長フィルタは、その出力側光導波路のDROPバスと、隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタの入力側光導

波路の入力バスとが接続されて、接続されており、この最端位置のリング共振器付き光導波路型波長フィルタおよび隣接するリング共振器付き光導波路型波長フィルタそれぞれのリング共振器の共振波長が同一または異なっている請求項 4 の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタ。

6. 各光導波路のコア層またはクラッド層もしくはその両方が、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものであり、外部電解の制御または温度の制御または外部応力の制御に従ってリング共振器の共振波長が可変となっている請求項 1 ないし 3 のいずれかのリング共振器付き光導波路型波長フィルタまたは請求項 4 ないし 5 の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタ。

7. 請求項 1 ないし 3 のいずれかのリング共振器付き光導波路型波長フィルタまたは請求項 4 ないし 5 の  $1 \times N$  光導波路型波長フィルタにより構成されており、各光導波路のコア層またはクラッド層もしくはその両方が、電気光学効果を持つ材料または熱光学効果を持つ材料または光弾性効果を持つ材料によりなるものであり、外部電解の制御または温度の制御または外部応力の制御に従ってリング共振器の共振波長が可変となっていることを特徴とする光スイッチ。

図 1

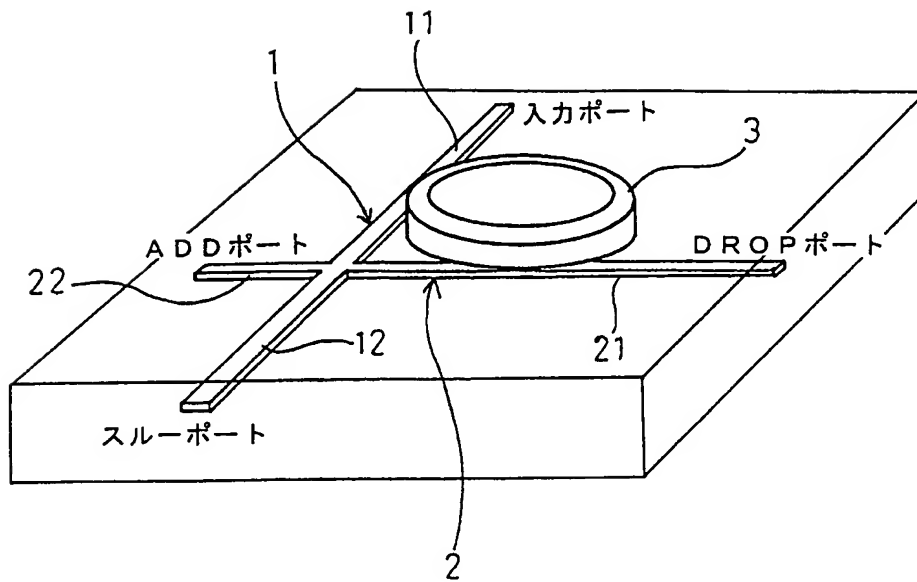


図 2

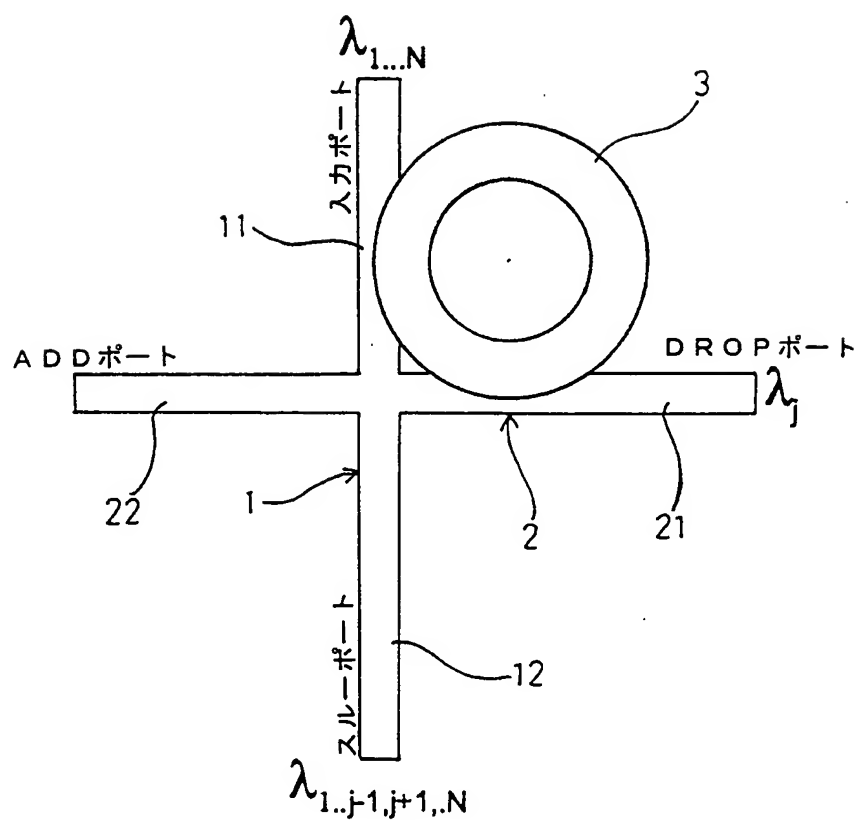


図 3

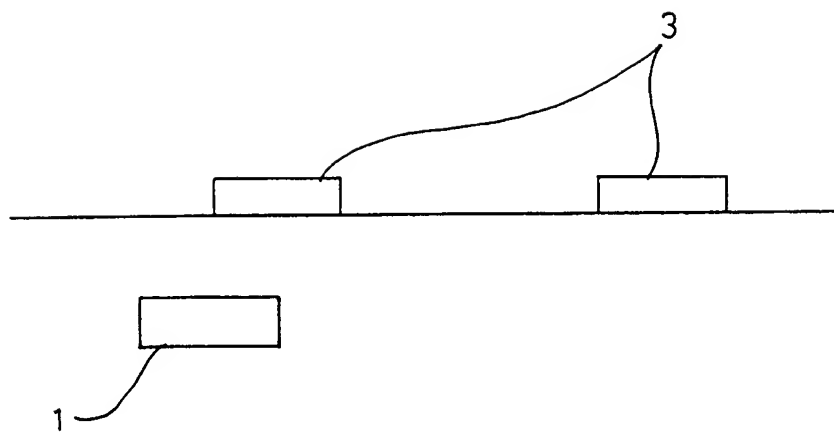




図 4

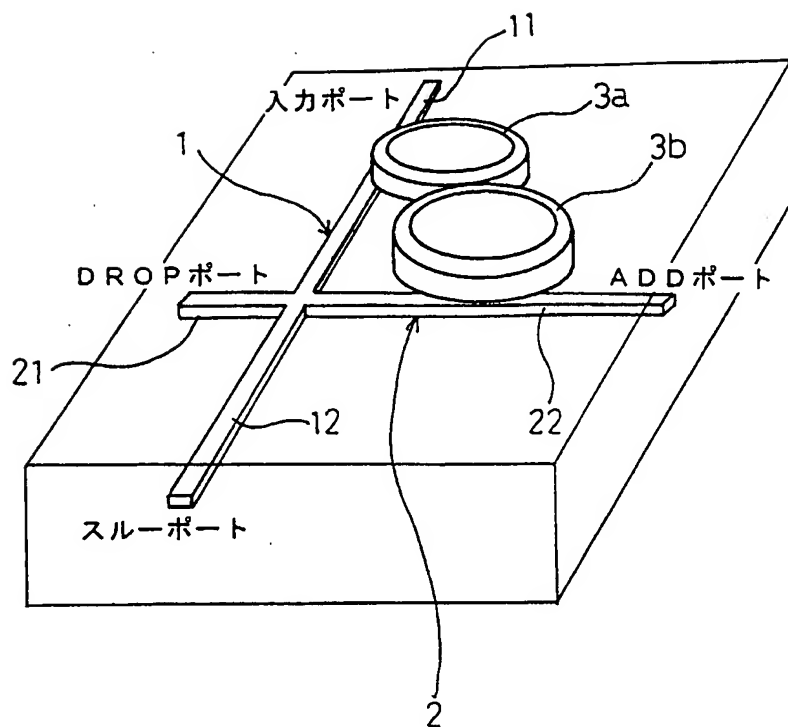


図 5

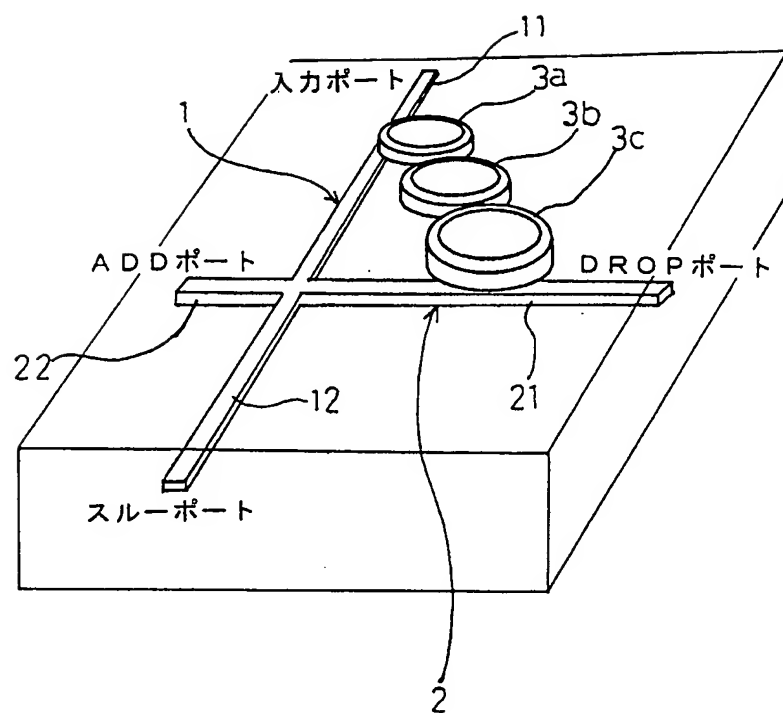


図 6

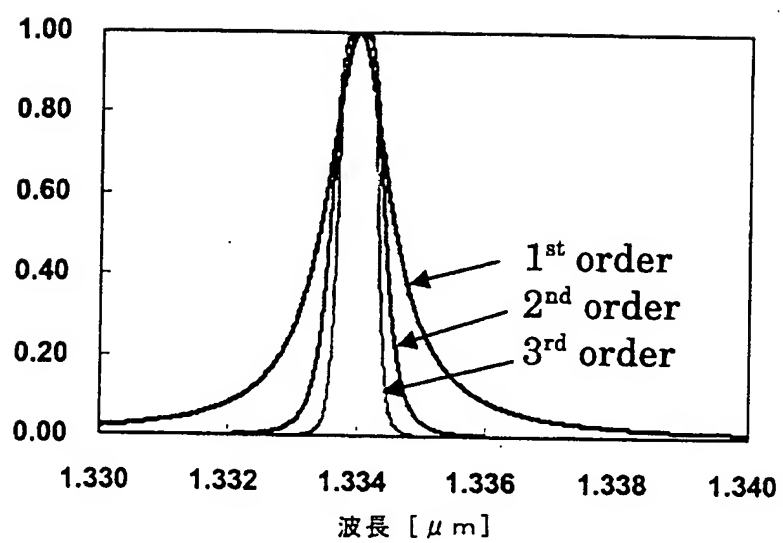


図 7

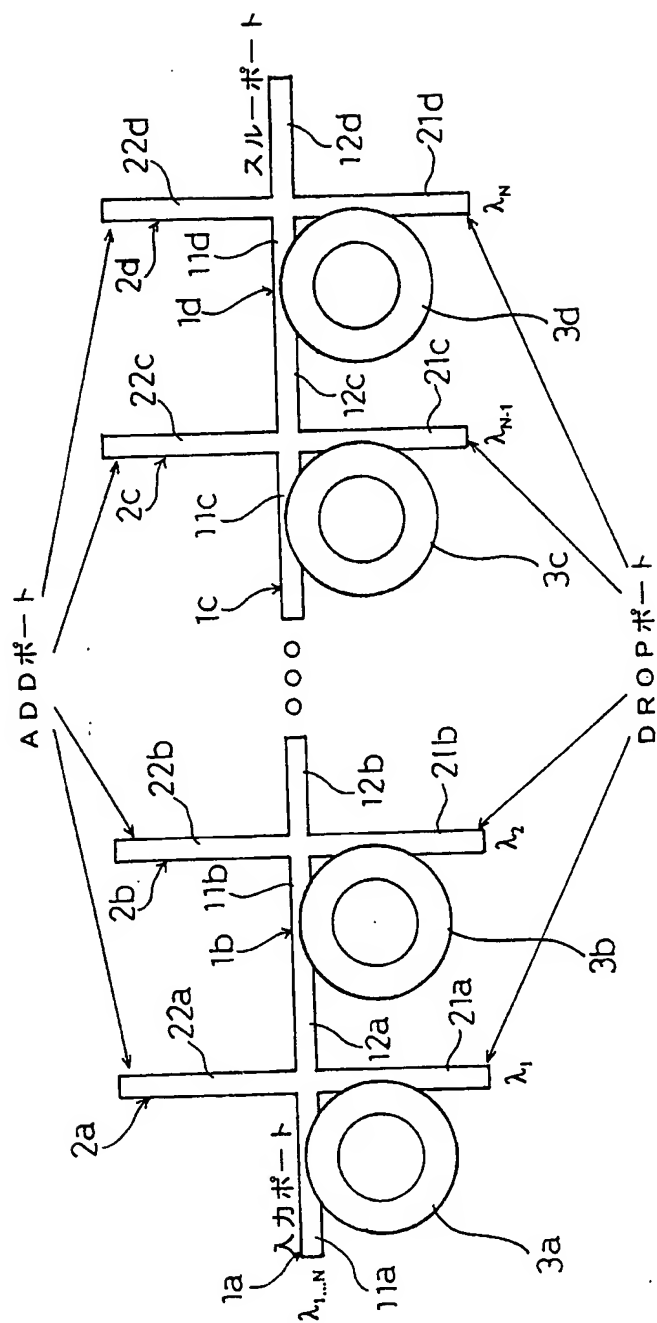


図 8

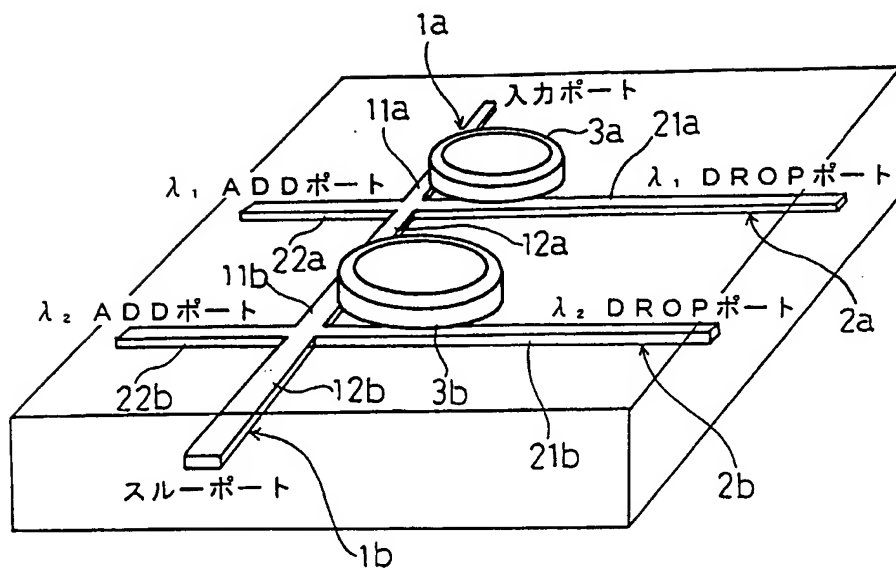


図 9

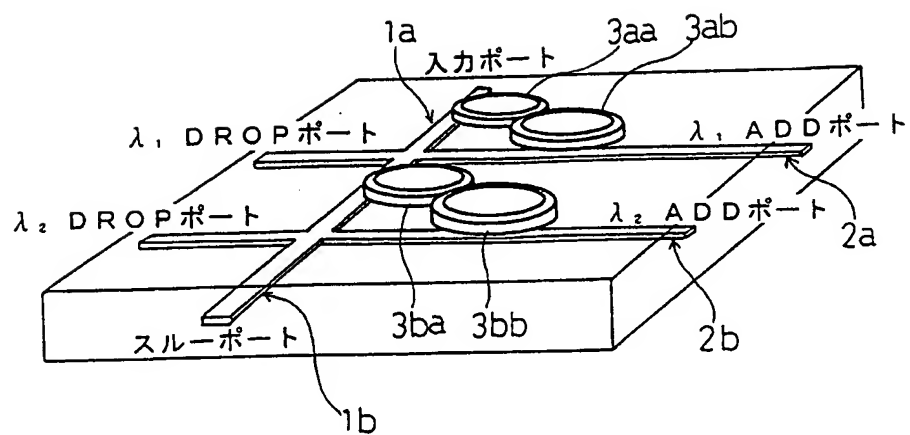


図 10

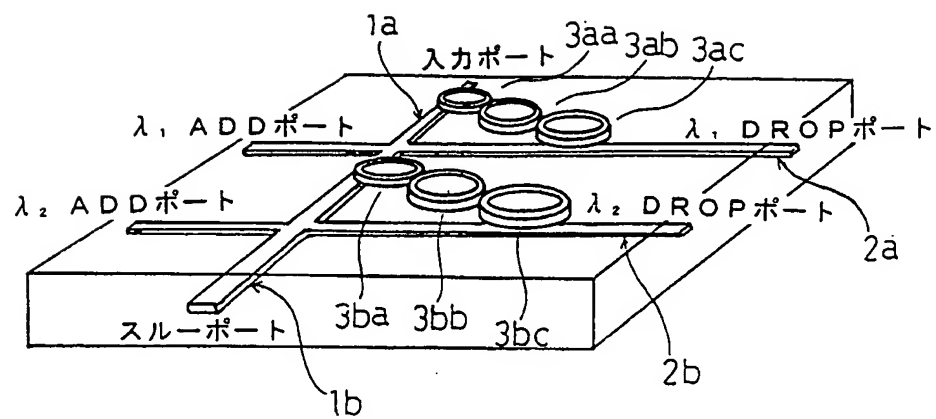


図 1 1

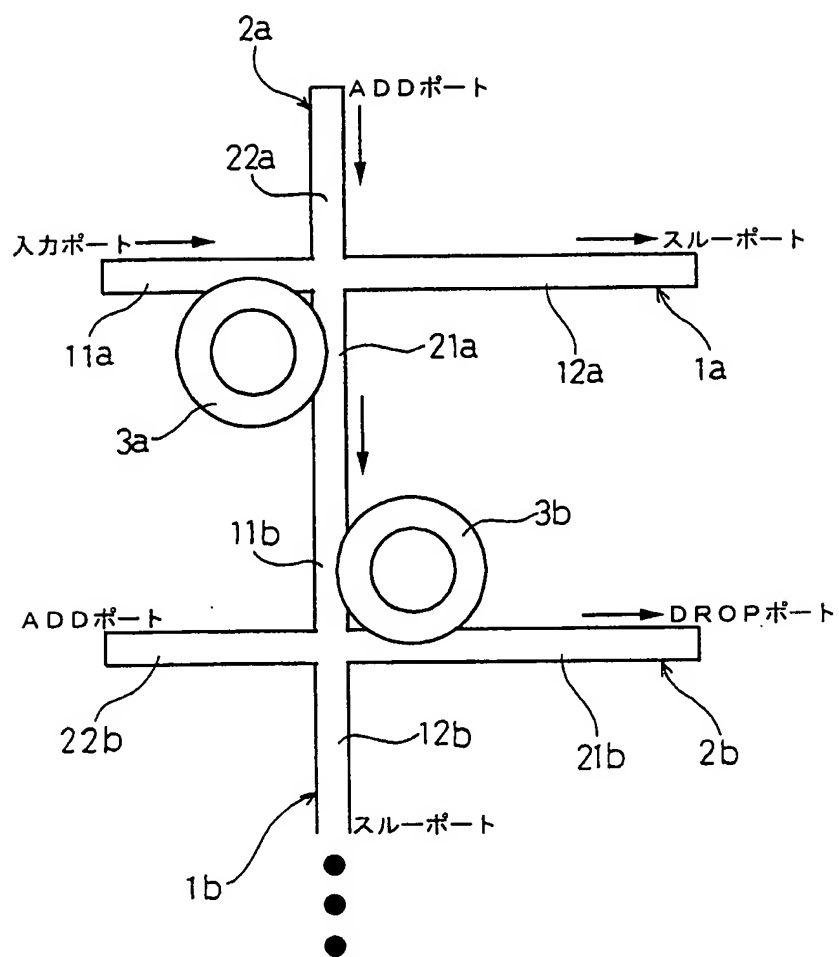




図 1 2

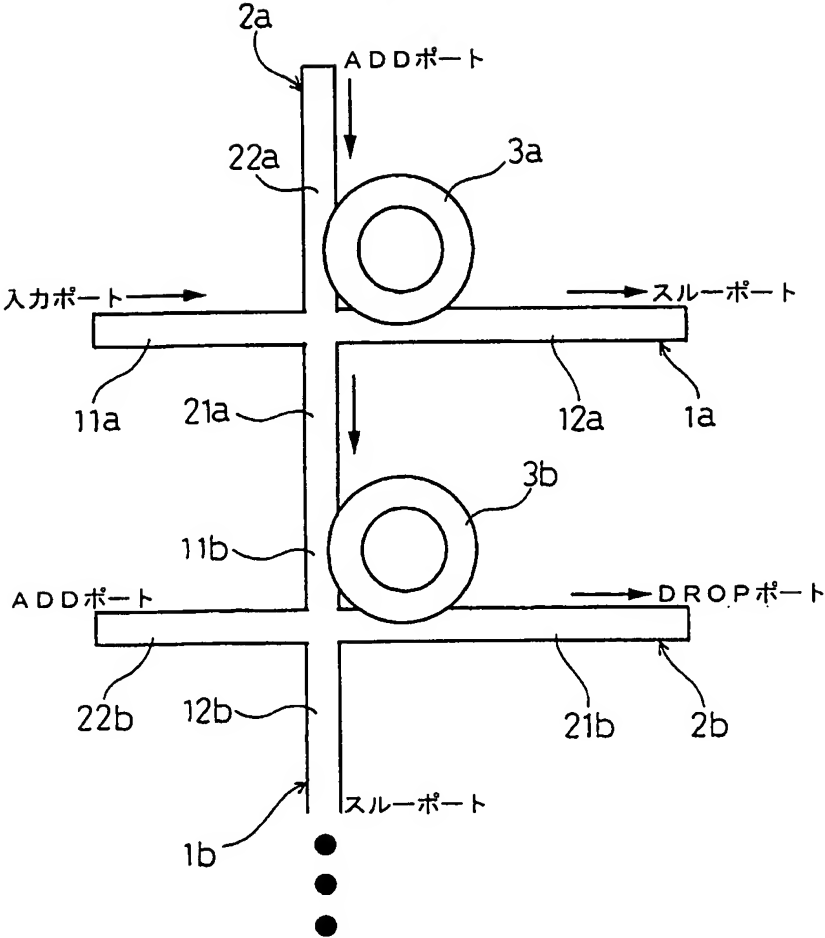


図 13

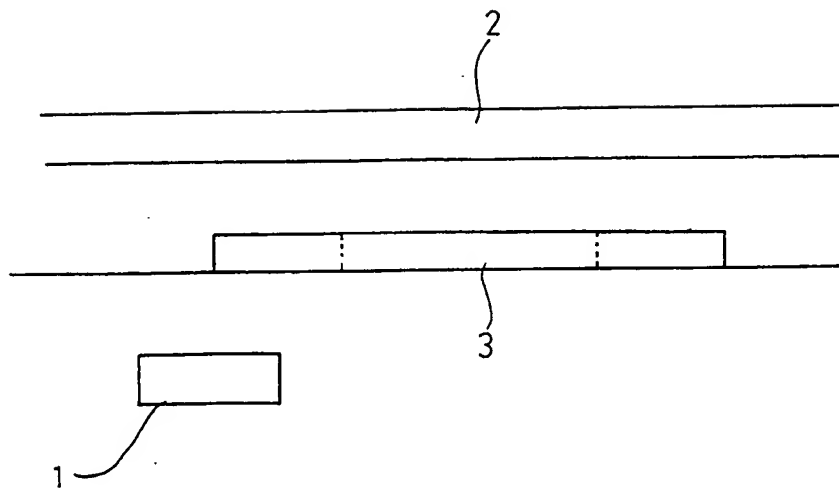


図 14

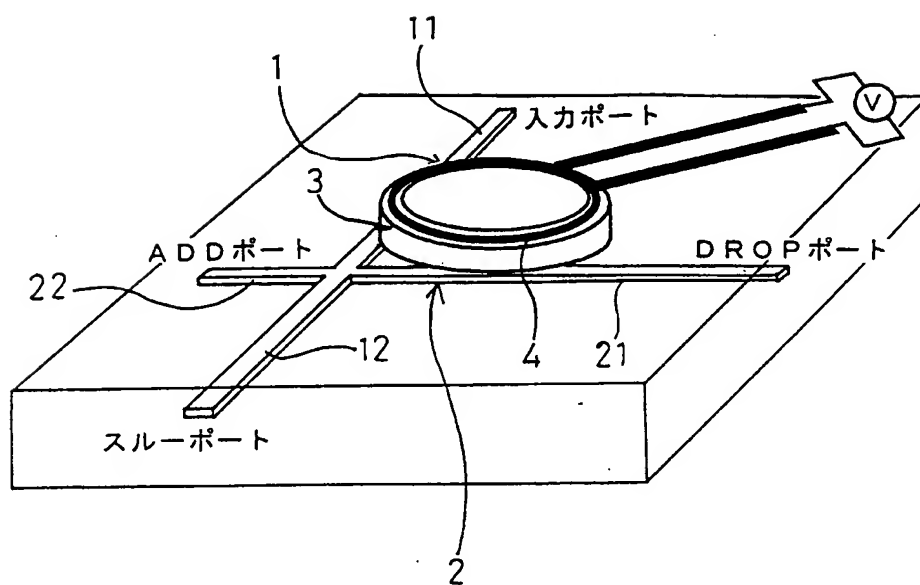


図 15

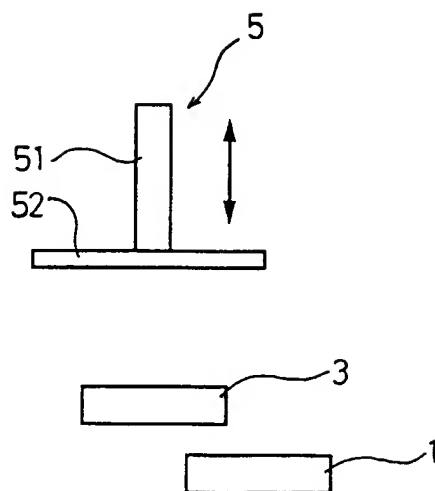


図 16

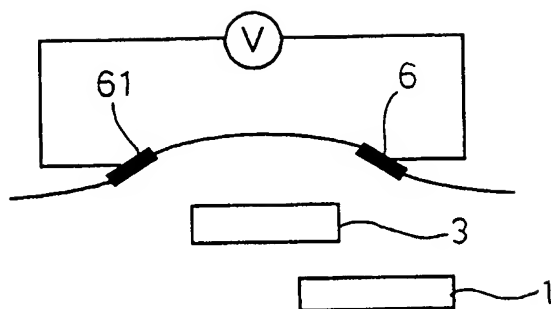


図 17

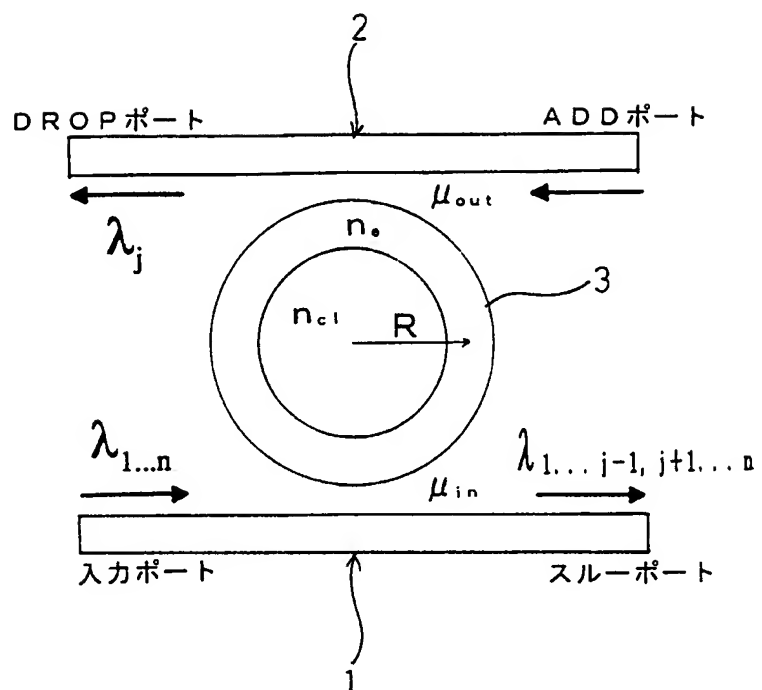
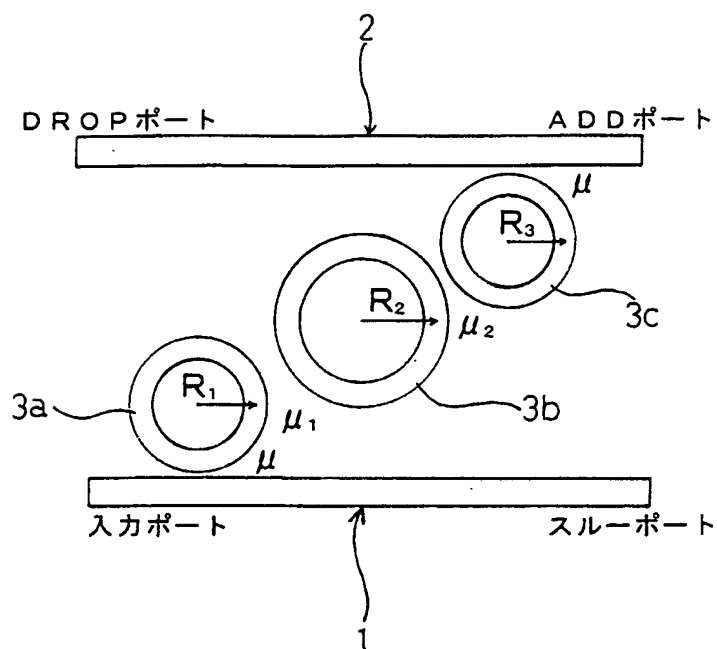


図 18



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00701

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> G02B6/12, 26/00, G02F1/313		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> G02B6/12 -6/138		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JICST(JOIS), [Ring Kyoshinki & * Hikari Doharo&]		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 47-37460, B1 (Western Electric Company Inc.), 21 September, 1972 (21.09.72) & DE, 2019205, B	1-7
Y	JP, 5-323138, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 07 December, 1993 (07.12.93) (Family: none)	1-7
Y	JP, 62-100706, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 11 May, 1987 (11.05.87) (Family: none)	3-7
Y	JP, 63-281104, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 17 November, 1988 (17.11.88) (Family: none)	3-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 02 May, 2000 (02.05.00)	Date of mailing of the international search report 16 May, 2000 (16.05.00)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/00701

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> G02B6/12, 26/00,  
G02F1/313

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> G02B6/12 -6/138

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS), [リング共振器 \* 光導波路]

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 47-37460, B1(ウェスタン・エレクトリック・カンパニー・インコーポレーテッド)21.9月.1972(21.09.72) & DE, 2019205, B	1-7
Y	JP, 5-323138, A(日本電信電話株式会社), 7.12月.1993(07.12.93) (ファミリーなし)	1-7
Y	JP, 62-100706, A(日本電信電話株式会社), 11.5月.1987(11.05.87) (ファミリーなし)	3-7
Y	JP, 63-281104, A(日本電信電話株式会社), 17.11月.1988(17.11.88) (ファミリーなし)	3-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

02.05.00

## 国際調査報告の発送日

16.05.00

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

岡田 吉美



2K 9315

電話番号 03-3581-1101 内線 3253